Il Fisioterapista Agosto 2024

Effetti in acuto di due interventi di biofeedback sulla tecnica di corsa di un gruppo di corridori amatoriali. Studio esplorativo.

Acute effects of two biofeedback interventions on running pattern in recreational runners. Exploratory study.

Luca Marin1,2,3, Massimiliano Febbi2,3, Laura Bottini4, Alessandro Gatti1, Fabrizio Gervasoni5,6, Pamela Frigerio7, Fabio Re3, Pamela Patanè 1,3,7

1 Laboratorio di Attività Motoria Adattata (LAMA), Università di Pavia

2 Dipartimento di Fisioterapia, Facoltà di Medicina, Università di Ostrava (Repubblica Ceca)

3 Laboratorio per la Riabilitazione la Medicina e lo Sport (LARMS), Roma

4 Corso di Laurea di Fisioterapia, Università di Pavia

5 UDO Cure Domiciliari, ASST Fatebenefratelli Sacco, Milano

6 Measurement and Movement Laboratory (Me.Mo Lab) – NEMOLAB, Milano

7 Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Tor Vergata, Roma

**Abstract.**  La corsa è una delle attività sportive più accessibili e praticate dalle persone di tutto il mondo. Nonostante i benefici per la salute, le lesioni muscoloscheletriche e gli infortuni legati alla corsa sono comuni nei corridori ricreativi. Questi problemi sono spesso dovuti a una tecnica di corsa errata. Lo scopo dello studio è stato quello di confrontare gli effetti acuti di due diversi interventi di video biofeedback sulla tecnica di corsa. I candidati all'intervento sono stati reclutati dal 1° novembre al 29 dicembre 2023 e sono stati assegnati per randomizzazione a uno dei due gruppi di studio: solette sensorizzate (GS) o video-analisi (GV). Ai partecipanti è stato chiesto di correre con le loro solite scarpe da corsa a una velocità auto-selezionata. Per prima cosa hanno completato un riscaldamento di 8 minuti su un tapis roulant non sensorizzato. L'intervento di biofeedback è durato sei minuti e le valutazioni sono state effettuate prima e dopo l'intervento, utilizzando un tapis roulant sensorizzato. Tutti i passaggi sopra elencati sono stati separati da un tempo di recupero di cinque minuti. Per entrambi gli arti inferiori sono stati valutati i parametri spazio-temporali della corsa indicati dalla letteratura. La frequenza, la lunghezza e l'ampiezza del passo e il tempo di volo sono migliorati in entrambi i gruppi, ma non in modo significativo. Non ci sono state differenze significative tra i gruppi. I risultati, seppur non significativi e ottenuti con un piccolo campione, sembrerebbero indicare che entrambe le tecniche hanno effetti positivi e meritano ulteriori studi, effettuati con un campione adeguato e per tempi più lunghi.

**Parole chiave**: Corsa, Infortuni, Biofeedback visivo, Tecnica di corsa.

**Abstract.** Running is one of the most popular and accessible sport activities enjoyed by people worldwide. Despite the health benefits, running-related musculoskeletal injuries are common in recreational joggers. These problems are often due to incorrect running technique. The aim of the study was to compare the acute effects of two different video biofeedback interventions on running pattern. Candidates for the intervention were recruited from November 1 to December 29 2023 and were assigned by randomization to one of the two study groups: sensorized insoles (GS) or video-analysis (GV).

Participants were asked to run in their usual running shoes at self-selected speed. First they completed a 8-minute warm-up on a non-sensorized treadmill. The biofeedback intervention lasted six minutes and the assessments were done before and after the intervention, using a sensorized treadmill. All the steps listed above were separated by a five-minute washout time. For both lower limbs, the spatio-temporal parameters of running indicated by the literature were evaluated. The frequency, length and width of the stride and the flight time improved in both groups but not significantly. There were no significant differences between the groups. The results, although not significant and obtained with a small sample, seem to indicate that both techniques have positive effects and deserve further studies, carried out with an adequate sample and for longer times.

**Keywords**: Running, Injuries, Visual Biofeedback, Running Technique.

**INTRODUZIONE**

La corsa è uno sport praticato da milioni di persone in tutto il mondo e la sua popolarità è in costante ascesa1. Per questo il numero di praticanti e di eventi è aumentato esponenzialmente nelle ultime decadi2.

La corsa è anche un'ottima forma di esercizio per le persone che cercano di raggiungere la forma fisica e/o uno stile di vita più sano perché è collegata alla longevità e alla riduzione dei fattori di rischio per le malattie cardiovascolari.

L’OMS fornisce raccomandazioni di salute pubblica per tutte le fasce di età e indica la quantità di attività fisica (frequenza, intensità e durata) necessaria per offrire benefici significativi per la salute. Gli adulti dovrebbero fare almeno 150-300 minuti di attività fisica aerobica a intensità moderata o almeno 75-150 minuti a intensità vigorosa. Per contribuire a ridurre gli effetti dannosi della sedentarietà sulla salute, bisognerebbe mirare a fare più dei livelli raccomandati.

**Fattori di rischio e sedi lesionali**

Nonostante questi benefici per la salute, le lesioni muscoloscheletriche e i disturbi legati alla corsa sono comuni nei corridori amatoriali1. Diversi studi riportano che il tasso di incidenza annuale degli infortuni varia dal 26 all'85%2. In media, il 50% dei corridori subisce un infortunio ogni anno che gli impedisce di correre per un periodo di tempo più o meno lungo3. Questi infortuni sono associati a diverse cause come: disfunzione del movimento, scorretta distribuzione del carico, ridotta forza muscolare e ipermobilità degli arti inferiori, soprattutto sul piano frontale e trasversale4.

Circa il 70%-80% dei disturbi sono dovuti a lesioni da sovraccarico funzionale, che interessano l’arto inferiore e il piede2. La sindrome rotulea e la tendinopatia achillea sono le più frequenti5,6.

Boling et al.6 hanno indicato come fattori di rischio modificabili per la sindrome rotulea:

diminuzione della forza verticale di reazione al suolo;

aumento dell’intrarotazione dell’anca durante il contatto di ritorno al suolo;

diminuzione di forza del quadricipite femorale;

eccessiva forza degli extrarotatori dell’anca.

Di contro, una debolezza dei flessori plantari sembra essere associata alla tendinopatia Achillea e all'aumento dell'escursione di dorsiflessione, entrambi predittori significativi di un uso eccessivo del tendine d'Achille7,8.

Biomeccanica della corsa

Il rapporto tra la biomeccanica della corsa e gli infortuni è un argomento controverso in letteratura. Il gesto della corsa richiede una sinergia di movimento di tutti i segmenti del corpo ma non è chiaro se esista la tecnica perfetta, adatta a tutti i praticanti9. Numerosi studi hanno analizzato i fattori biomeccanici della corsa che aumentano il rischio di infortuni. Il carico di contatto al suolo è influenzato dalla tecnica di corsa ed è associato al tempo di contatto con il suolo (GCT): valori più elevati di carico di contatto al suolo sono associati a un aumento del rischio di lesioni10.

Il GCT sembra essere significativamente associato all'economia di marcia: un breve tempo di GCT significa una migliore economia di corsa11. Un impatto con il retropiede è correlato a un GCT maggiore rispetto all'impatto sul terreno con il mesopiede o l'avampiede12,13.

La cadenza è il numero di passi al minuto ed è correlata al rischio di infortuni, per questo diversi

studi hanno indagato gli effetti della variazione della cadenza per ridurre il rischio di lesioni14. Le evidenze suggeriscono di mantenere 180 passi al minuto per ottenere un'efficienza ottimale della biomeccanica della corsa poiché un'elevata cadenza riduce la forza d'impatto sul terreno, il GCT e l'oscillazione verticale15. Cadenza e lunghezza del passo sembrano non essere influenzate dalla misura antropometrica dell'altezza, della lunghezza delle gambe e del peso dei segmenti degli arti15,16.

**Biofeedback**

Il biofeedback è uno strumento ampiamente utilizzato in fisioterapia ma pochi studi ne hanno indagato gli effetti sulla tecnica di corsa dei corridori amatoriali, anche se feedback esterni sembrano impattare positivamente su alcuni parametri fondamentali, come la cadenza13,17. Ad esempio, Schenk et al. suggeriscono che la combinazione di feedback verbale e visivo è una strategia efficace per migliorare la biomeccanica della corsa dei principianti18. Willy et al. hanno dimostrato che il feedback fornito da uno specchio migliora la meccanica di corsa, il dolore e la funzionalità19. Tuttavia, non è chiaro come i diversi interventi di biofeedback influenzino il modello di movimento della corsa17.

**OBIETTIVO**

Lo studio si è proposto di valutare e comparare tra loro gli effetti in acuto di due tipi di biofeedback visivo sulla tecnica di corsa di un gruppo di corridori amatoriali.

**MATERIALI E METODI**

**Campione**

Hanno partecipato allo studio 30 corridori amatoriali:

* età 31.4±10.9 anni;
* peso 65.8±11.4 kg;
* altezza 1.72±0.08 cm;
* Kilometri percorsi a settimana 38.1±11.4.

Per essere reclutati, i partecipanti dovevano:

* avere un'età compresa tra i 18 e i 55 anni;
* partecipare a un massimo di 7 gare all'anno;
* non avere subito infortuni negli ultimi 3 mesi;
* non assumere farmaci.

I criteri di esclusione erano:

* indice di massa corporea >30;
* uso di scarpe da corsa in carbonio o fibra organica;
* impossibilità di firmare il consenso informato.

Lo studio si è svolto presso il Laboratorio di Attività Motoria Adattata (LAMA), dell'Università di Pavia, nel periodo compreso tra il 1 novembre e il 29 dicembre 2023. I candidati sono stati informati in dettaglio sul disegno dello studio prima di fornire il loro consenso scritto a partecipare.

Utilizzando un generatore di numeri casuali, i partecipanti sono stati assegnati a uno dei due gruppi di studio, entrambi composti da 15 corridori: solette sensorizzate (GS) (6 Femmine), video analisi (GV) (8 Femmine). La scelta di assegnazione casuale riferiva a un rapporto 1:1 tra i gruppi e ha evitato errori di prevedibilità di selezione. Nessuna differenza significativa tra i due gruppi.

**Intervento**

I partecipanti hanno svolto tutte le fasi dello studio a una velocità autoselezionata, indossando le scarpe abitualmente utilizzate. L’intervento si è svolto in sei fasi, uguali per entrambi i gruppi tranne che per il tipo di tecnologia utilizzata per fornire il biofeedback visivo. La Figura 1, riassume le azioni di ogni fase e la loro durata.

Nella prima fase è stato svolto il riscaldamento su un treadmill non sensorizzato (Serie Endurance, Matrix Italia, Ascoli Piceno); subito dopo, è stata fatta la prima valutazione (T0) su treadmill sensorizzato.

Dopo un breve periodo di pausa, in cui è stato spiegato come utilizzare il biofeedback è stato effettuato l’intervento. Infine, al termine di un’altra pausa, è stata fatta la valutazione finale (T1).

NdA

Di seguito alcune proposte di INFOGRAFICA per la figura 1, lasciamo all’editing la scelta.

ESEMPIO 1

A screenshot of a computer

Description automatically generated

ESEMPIO 2

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

ESEMPIO 3

A green and white circles with black text

Description automatically generated

ESEMPIO 4

A close-up of a diagram

Description automatically generated

Biofeedback GS

Il gruppo GS ha utilizzato delle solette sensorizzate dello spessore di 0,3 mm. (FlexInFeet, Sensormedica, Guidonia Montecelio) inserite all’interno della scarpa e collegate via bluetooth ad un software (FreeStep, Sensormedica), che restituiva sullo schermo di un monitor, in tempo reale, l’immagine baropodometrica dei piedi dell’atleta.

Gli obiettivi erano la continua ricerca della simmetria del carico e la gestione dell’impatto del piede, limitando l’appoggio sul retropiede. Il corridore cercava di eseguire la correzione concentrandosi sull’immagine dei suoi appoggi plantari proiettata sullo schermo.

A person running on a treadmill

Description automatically generated

Figura 2, Biofeedback con solette sensorizzate

Biofeedback GV

Per correggersi, il gruppo GV ha utilizzato la propria immagine a figura intera, acquisita da due cellulari (Galaxi S21, Samsung) posti su cavalletti e collegati via bluetooth allo schermo. L’uso di due fotocamere ha consentito di fornire ai partecipanti sia la vista laterale sia la posteriore.

Nella prima è stata posta l’attenzione sulla simmetria del passo e sull'oscillazione degli arti superiori, nella seconda sulla simmetria globale; in entrambe si è ricercata la riduzione della lunghezza della falcata.



Figura 3, Biofeedback con video-analisi

**Valutazioni**

Per le due valutazioni è stato usato un treadmill baropodometrico (Strider, Sensormedica) dotato di una superficie di appoggio completamente sensorizzata, costituita da sei celle di carico monoassiali, che ha consentito l’acquisizione accurata delle pressioni plantari, della distribuzione del carico sul terreno e dei parametri spazio temporali durante tutte le fasi della corsa. Il software (BeyondRUN) ha restituito i valori necessari per l'analisi.

Tutte le valutazioni sono state gestite dallo stesso ricercatore che, durante le acquisizioni, ha coperto il monitor del treadmill per evitare che i dati forniti potessero influenzare gli atleti. Seguendo le indicazioni della letteratura17,20, sono stati acquisiti i seguenti parametri spaziotemporali:

cadenza;

lunghezza e larghezza del passo;

tempo di contatto al suolo;

tempo di volo.

**RISULTATI**

A T1, rispetto a T0, la frequenza, la lunghezza e la larghezza del passo e il tempo di volo sono migliorati in entrambi i gruppi ma non in maniera significativa. Non ci sono state differenze significative tra i gruppi.

**DISCUSSIONE**

Lo scopo dello studio è stato quello di valutare e comparare tra loro gli effetti acuti di due tipi di biofeedback visivo sulla tecnica di corsa. In letteratura l'uso del biofeedback ha mostrato risultati promettenti, poiché ha un effetto uguale o migliore rispetto agli interventi esistenti17. Il nostro studio ha riscontrato miglioramenti di tutti i parametri in entrambi i gruppi ma non ha trovato significatività né nei miglioramenti pre-post né nelle differenze tra i gruppi. Questi risultati sono in accordo con Agresta et al. che hanno documentato un miglioramento della meccanica di corsa a seguito di sessioni di videobiofeedback, e suggeriscono che tale allenamento può essere un approccio efficace per trattare gli infortuni causati dalla corsa21,22. Oltre al nostro, pochi studi hanno indagato l'effetto del biofeedback visivo sui corridori; Willy et al. hanno dimostrato che la correzione dell'andatura era efficace nel migliorare la meccanica di corsa e le misure del dolore e della funzione. Il trasferimento di abilità ai compiti non allenati di accovacciamento e discesa a gradini ha indicato che si era verificato anche un livello più elevato di apprendimento motorio17.

**Limitazioni**

Tra le limitazioni dello studio bisogna riportare il breve periodo di uso del biofeedback e l’intervento in acuto che non ha consentito sufficiente tempo di adattamento alla corsa su treadmill. Simoni et al. evidenziano che sono necessarie tre prove di corsa di 15 minuti per familiarizzare con il dispositivo23. Inoltre, durante il T1, alcuni partecipanti sembravano cambiare di frequente la loro cadenza, probabilmente a causa della maggiore influenza dell'atteggiamento abituale di corsa. A supporto di questa ipotesi, uno studio recente ha dimostrato che i corridori possono modificare la tecnica di corsa per ridurre le forze d'impatto, ma la adottano solo quando gli viene specificamente richiesto di farlo24.

L'assenza di differenze tra i gruppi potrebbe essere giustificata dalla piccola dimensione e dall’eterogeneità del campione.

**CONCLUSIONI**

Nessuno studio precedente ha indagato gli effetti e le differenze tra l'intervento di video biofeedback con solette sensorizzate e la video-analisi nella popolazione dei corridori. I risultati, seppur non significativi e ottenuti con un campione ridotto, sembrano indicare che entrambe le tecniche presentano effetti positivi e meritano ulteriori studi, svolti con un campione adeguato e per tempi più lunghi.

**BIBLIOGRAFIA**

1. F. C. Bull et al., «World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour», Br J Sports Med, vol. 54, fasc. 24, pp. 1451–1462, dic. 2020, doi: 10.1136/bjsports-2020-102955.
2. N. Kakouris, N. Yener, e D. T. P. Fong, «A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners», Journal of Sport and Health Science, vol. 10, fasc. 5, pp. 513–522, set. 2021, doi: 10.1016/j.jshs.2021.04.001.
3. M. J. Arnold e A. L. Moody, «Common Running Injuries: Evaluation and Management», Am Fam Physician, vol. 97, fasc. 8, pp. 510–516, apr. 2018.
4. K. B. Fields, J. C. Sykes, K. M. Walker, e J. C. Jackson, «Prevention of Running Injuries»:, Current Sports Medicine Reports, vol. 9, fasc. 3, pp. 176–182, mag. 2010, doi: 10.1249/JSR.0b013e3181de7ec5.
5. J. Baltich, C. A. Emery, D. Stefanyshyn, e B. M. Nigg, «The effects of isolated ankle strengthening and functional balance training on strength, running mechanics, postural control and injury prevention in novice runners: design of a randomized controlled trial», BMC Musculoskelet Disord, vol. 15, fasc. 1, p. 407, dic. 2014, doi: 10.1186/1471-2474-15-407.
6. M. C. Boling, D. A. Padua, S. W. Marshall, K. Guskiewicz, S. Pyne, e A. Beutler, «A Prospective Investigation of Biomechanical Risk Factors for Patellofemoral Pain Syndrome: The Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) Cohort», Am J Sports Med, vol. 37, fasc. 11, pp. 2108–2116, nov. 2009, doi: 10.1177/0363546509337934.
7. R. N. Van Gent et al., «Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review \* COMMENTARY», British Journal of Sports Medicine, vol. 41, fasc. 8, pp. 469–480, mar. 2007, doi: 10.1136/bjsm.2006.033548.
8. J. E. Taunton, «A prospective study of running injuries: the Vancouver Sun Run “In Training” clinics», British Journal of Sports Medicine, vol. 37, fasc. >3, pp. 239–244, giu. 2003, doi: 10.1136/bjsm.37.3.239.
9. N. N. Mahieu, E. Witvrouw, V. Stevens, D. Van Tiggelen, e P. Roget, «Intrinsic Risk Factors for the Development of Achilles Tendon Overuse Injury: A Prospective Study», Am J Sports Med, vol. 34, fasc. 2, pp. 226–235, feb. 2006, doi: 10.1177/0363546505279918.
10. M. O. Almeida, I. S. Davis, e A. D. Lopes, «Biomechanical Differences of Foot-Strike Patterns During Running: A Systematic Review With Meta-analysis», J Orthop Sports Phys Ther, vol. 45, fasc. 10, pp. 738–755, ott. 2015, doi: 10.2519/jospt.2015.6019.
11. A. Schmitz, M. B. Pohl, K. Woods, e B. Noehren, «Variables during swing associated with decreased impact peak and loading rate in running», Journal of Biomechanics, vol. 47, fasc. 1, pp. 32–38, gen. 2014, doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.10.026.
12. M. Mooses et al., «Shorter Ground Contact Time and Better Running Economy: Evidence From Female Kenyan Runners», Journal of Strength and Conditioning Research, vol. 35, fasc. 2, pp. 481–486, feb. 2021, doi: 10.1519/JSC.0000000000002669.
13. A. R. Altman e I. S. Davis, «Barefoot Running: Biomechanics and Implications for Running Injuries», Current Sports Medicine Reports, vol. 11, fasc. 5, pp. 244–250, 2012, doi: 10.1249/JSR.0b013e31826c9bb9.
14. Y. Shih, K.-L. Lin, e T.-Y. Shiang, «Is the foot striking pattern more important than barefoot or shod conditions in running?», Gait & Posture, vol. 38, fasc. 3, pp. 490–494, lug. 2013, doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.01.030.
15. A. G. Schubert, J. Kempf, e B. C. Heiderscheit, «Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review», Sports Health, vol. 6, fasc. 3, pp. 210–217, mag. 2014, doi: 10.1177/1941738113508544.
16. W. O. Zimmermann e E. W. P. Bakker, «Reducing vertical ground reaction forces: The relative importance of three gait retraining cues», Clin Biomech (Bristol, Avon), vol. 69, pp. 16–20, ott. 2019, doi: 10.1016/j.clinbiomech.2019.06.014.
17. R. W. Willy, J. P. Scholz, e I. S. Davis, «Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners», Clinical Biomechanics, vol. 27, fasc. 10, pp. 1045–1051, dic. 2012, doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.07.011.
18. C. Schenk e T. M. Kesar, «Effects of unilateral real-time biofeedback on propulsive forces during gait», J NeuroEngineering Rehabil, vol. 14, fasc. 1, p. 52, dic. 2017, doi: 10.1186/s12984-017-0252-z.
19. L. M. A. Van Gelder, A. Barnes, J. S. Wheat, e B. W. Heller, «The use of biofeedback for gait retraining: A mapping review», Clinical Biomechanics, vol. 59, pp. 159–166, nov. 2018, doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.09.020.
20. A. G. Schache, P. D. Blanch, D. A. Rath, T. V. Wrigley, R. Starr, e K. L. Bennell, «A comparison of overground and treadmill running for measuring the three-dimensional kinematics of the lumbo–pelvic–hip complex», Clinical Biomechanics, vol. 16, fasc. 8, pp. 667–680, ott. 2001, doi: 10.1016/S0268-0033(01)00061-4.
21. C. Agresta e A. Brown, «Gait Retraining for Injured and Healthy Runners Using Augmented Feedback: A Systematic Literature Review», J Orthop Sports Phys Ther, vol. 45, fasc. 8, pp. 576–584, ago. 2015, doi: 10.2519/jospt.2015.5823
22. L. Marin et al., «The Effects of Insole-Based Visual Feedback on Weight-Bearing in Patients Undergoing Total Hip Replacement», IJERPH, vol. 18, fasc. 7, p. 3346, mar. 2021, doi: 10.3390/ijerph18073346.
23. L. Simoni, G. Pasquini, S. Pancani, F. Vannetti, C. Macchi, e S. Pogliaghi, «Time-course of running treadmill adaptation in novice treadmill runners», Journal of Sports Sciences, vol. 38, fasc. 20, pp. 2321–2328, ott. 2020, doi: 10.1080/02640414.2020.1782567.
24. J. A. García-Pérez, P. Pérez-Soriano, S. Llana, A. Martínez-Nova, e D. Sánchez-Zuriaga, «Effect of overground vs treadmill running on plantar pressure: Influence of fatigue», Gait & Posture, vol. 38, fasc. 4, pp. 929–933, set. 2013, doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.04.026.